



BUND

M. HAN  
09/181,  
2/14/

Attorney Docket: 1860/49624  
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: MARTIN HARTUNG  
Serial No.: 09/781,960  
Filed: FEBRUARY 14, 2001  
Title: LIGHT WAVE CONVERSION ARRANGEMENT AND METHOD FOR MAKING SAME FOR DENTAL PROCEDURES

Group Art Unit: 2874  
Examiner: John D Lee

#8 Priority  
Papers  
mascha  
2/5/03

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Akte:

Ann

An

B

Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 100 06 286.5, filed in GERMANY on 14 February 2000, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

DATE: January 21, 2003

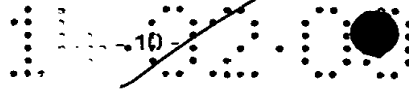
*Vincent J. Sunderdick*

Donald D. Evenson  
Registration No. 26,160  
Vincent J. Sunderdick  
Registration No. 29,004

CROWELL & MORING, LLP

P.O. Box 14300  
Washington, DC 20044-4300  
Telephone No.: (202) 624-2500  
Facsimile No.: (202) 628-8844

RECEIVED  
JAN 28 2003  
TECHNOLOGY CENTER 2800



## Zusammenfassung

### Lichtwellenkonverter

Die Erfindung betrifft einen Lichtwellenkonverter, umfassend einen Lichtleiter und einen Konverter, umfassend eine Konvertersubstanz, die einfallendes Licht teilweise in Licht einer größeren Wellenlänge konvertiert, wobei das konvertierte Licht zusammen mit dem nichtkonvertierten Licht durch den Lichtleiter zu einer Austrittsöffnung geleitet wird.



## Lichtwellenkonverter

Die Erfindung betrifft einen Lichtwellenkonverter, der einfallendes Licht teilweise in Licht einer größeren Wellenlänge konvertiert, wobei das konvertierte Licht zusammen mit dem nichtkonvertierten Licht durch einen Lichtleiter zu einer Austrittsöffnung geleitet wird.

Lichtpolymerisationsgeräte, die blaues Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von ca. 400-500 nm emittieren, sind bekannt und werden beispielsweise in der zahnärztlichen Praxis zur Polymerisation von lichterhärtenden Composite-Materialien verwendet. Das für die Polymerisation günstige Licht ist aber so grell, dass eine Nutzung dieser Lampen für reine Beleuchtungszwecke im Mund nicht geeignet ist. Darüber hinaus ist die blaue Lichtfarbe, die von derartigen Geräten emittiert wird und für die Polymerisation benötigt wird, nur für diesen Einsatzzweck geeignet. Für z.B. diagnostische Zwecke hat sich aber weißes Licht als vorteilhaft erwiesen.

Ebenfalls bekannt sind weißes Licht emittierende Operationsleuchten zur Ausleuchtung des Behandlungsfeldes. Im dentalen Bereich wird dieses Licht zusätzlich mit einem Spiegel auf das Behandlungsfeld gelenkt, um eine bessere Ausleuchtung einzelner Bereiche zu ermöglichen. Dies setzt aber voraus, dass sich kein Hindernis im Strahlungsgang befindet. Die erzielbare Beleuchtungsintensität ist darüber hinaus mit dieser Methode nicht ausreichend, um z.B. Zähne zu durchleuchten, wie es für die dentale Diagnose bzw. Beleuchtung von Zahn-Defekten (Risse oder Karies) hilfreich ist.

Die DE-A-198 30 335 offenbart einen Faserstab-Lichtleiter für zahnärztliche Zwecke, dessen Kern mit einer Farbschicht ummantelt ist. Diese Farbschicht ermöglicht eine vollständige Lichtsperrung und verhindert, dass der Zahnarzt durch seitlich aus dem Faserstab austretendes Licht geblendet wird. Er ermöglicht darüber hinaus, das von den Polymerisationsgeräten erzeugte Licht gezielt zu dem räumlich eng begrenzten Behandlungsort zu leiten.



In der DE-A-2913415 wird eine Diagnoselampe in Form eines Klein- oder Taschengeräts für die Zahnkontroll zur Fluoreszenzanregung eines auf die Zähne und das Zahnfleisch aufgetragenen fluoreszenzfähigen Stoffes offenbart. Die Diagnoselampe enthält eine dem fluoreszenzfähigen Stoff angepasste Filtereinrichtung, die aus einem dichroitischen und einem blauen Farbfilter besteht. Auf Grund der vorhandenen Filter kommt es zu einer nicht unerheblichen Schwächung des Lichtes, das eine detaillierte Beobachtung des zu betrachteten Objekts erschwert.

Folglich ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung bereitzustellen, die eine bessere Ausleuchtung des Behandlungsfeldes ermöglicht. Sie sollte einfach in der Anwendung und dabei, falls gewünscht, auch punktuell hell genug sein, um z.B. einzelne Zähne auch durchleuchten zu können. Auf diese Weise lassen sich auch im Zahn verborgene Defekte, wie Risse oder Karies diagnostizieren bzw. erkennen.

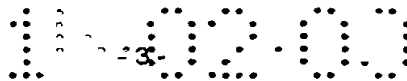
Diese Aufgabe wird durch einen Lichtwellenkonverter, gegebenenfalls als Zusatz für ein Lichtpolymerisationsgerät, das Licht vorzugsweise im blauen Spektralbereich emittiert, gelöst, wie es in den Ansprüchen beschrieben wird.

Ein Teil des in den Lichtwellenkonverter eindringenden Lichts wird durch Lumineszenzvorgänge in Licht größerer Wellenlänge umgewandelt. Durch additive Farbmischung kann in Abhängigkeit der Wellenlänge des eindringenden Lichts und der verwendeten Konvertersubstanz auf diese Weise Licht mit einem anderen Farbeindruck erzeugt werden.

Das auf diese Weise erzeugte Licht wird anschließend direkt oder durch einen Lichtleiter zu einer Austrittsöffnung geleitet.

Die Erfindung weist dabei folgende Vorteile auf:

Die in den Zahnarztpraxen weitverbreiteten und bewährten Lichtpolymerisationsgeräte hoher Lichtleistungen können auf einfache Weise zum Ausleuchten des Behandlungsfeldes und für diagnostische Zwecke zum Durchleuchten einzelner Zähne mitgenutzt werden. Im Gegensatz zu den Operationsleuchten kann punktuell eine wesentliche Steigerung der Lichtintensität erreicht werden.



Dadurch, dass das Licht über einen Lichtleiter zu einer Austrittsöffnung geleitet wird, kann das Licht unmittelbar auf den Behandlungsort gerichtet werden, ohne, dass weitere Spiegel erforderlich sind. Dies ermöglicht die Ausnutzung der vollen Intensität des erzeugten Lichts der gewünschten Wellenlänge.

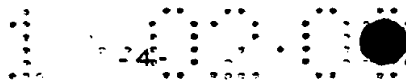
Ferner lässt sich in Abhängigkeit der Wellenlänge des eingestrahlichten Lichts durch Verwendung geeigneter Konvertersubstanzen Licht jeder beliebigen längerwelligen Wellenlänge erzeugen, ohne Filtersysteme zwischenschalten zu müssen. Durch die in großen Bereichen abstimmbare Spektralfarbe, die durch additive Farbmischung aus dem konvertierten mit dem nichtkonvertierten Licht erzeugt werden kann, ist eine Anpassung des Lichtwellenkonverters an die gewünschte Aufgabenstellung erreichbar, so dass bei z.B. diagnostischen Anwendungen bzw. der Beleuchtung von insbesondere geschädigten Zähnen ein maximaler Kontrast erzielt werden kann.

Das einfallende Licht kann grundsätzlich jede denkbare Wellenlänge im sichtbaren Bereich, also zwischen 380 nm bis etwa 700 nm aufweisen. Üblicherweise hat das einfallende Licht eine Wellenlänge im Bereich von 380 nm bis 520 nm, wie es üblicherweise von dentalen Lichtpolymerisationsgeräten erzeugt wird.

Der Konverter konvertiert vorzugsweise einen Teil des einfallenden Lichts zu einer oder mehreren Wellenlängen, die im grünen, gelben oder roten Spektralbereich liegen. Bevorzugt wird die Erzeugung von gelbem Licht, da so durch additive Farbmischung mit dem nichtkonvertierten Anteil des einfallenden blauen Lichts weißes Licht erzeugt werden kann.

Mit weißem Licht können beispielsweise Zähne effektiver und kontrastreicher beleuchtet und gegebenenfalls durchleuchtet werden, als mit blauem Licht. Defekte in Zähnen oder Füllungen, beispielsweise Risse und Karies, können auf diese Weise besser sichtbar gemacht werden.

Denkbar ist aber auch eine Konvertierung in einen auf die zu beleuchtende Substanz abgestimmten Wellenbereich, der es ermöglicht, gegebenenfalls zusammen mit Filtervorrichtungen, beispielsweise zahnfarbene Zahnfüllungen von der natürlichen Zahnschmelze zu unterscheiden. Die Wellenlänge kann auch derart gewählt werden, dass das konvertierte Licht z.B. therapeutische chemische



Reaktionen in der Mundhöhle von geeigneten lichtaktivierbaren Substanzen initiiert.

Lichtgeräte, die kurzwelliges Licht im sichtbaren Bereich aussenden, werden insbesondere in Zahnarztpraxen zur Aushärtung von lichthärtenden Substanzen verwendet. Somit ermöglicht der erfindungsgemäße Lichtwellenkonverter eine Erweiterung des Einsatzspektrums bereits vorhandener Geräte. Die Praxen sparen somit Kosten und Platz, die mit der zusätzlichen Anschaffung eines Gerätes zur Erzeugung weißen Lichtes für die beschriebenen Einsatzbereiche nötig wären.

Der Konverter kann vor, in oder hinter der Lichtleitvorrichtung angeordnet sein. Denkbar ist auch eine Kombination der Anordnungen bzw. die Verwendung mehrerer Konverter an verschiedenen Stellen. Es kann auch vorteilhaft sein, wenn der Konverter im Lichtleiter gleichmäßig verteilt beispielsweise dispergiert ist. In einer bevorzugten Ausführungsform befindet sich der Konverter am Anfang des Lichtleiters.

Die Form des Lichtleiters ist grundsätzlich beliebig, vorzugsweise aber der beabsichtigten Verwendung angepasst.

Der Lichtleiter kann gerade oder gebogen sein. Vorteilhaft ist eine Abwinklung um ca. 60°, gegebenenfalls von 90° - 180°, abhängig von der auszuleuchtenden Stelle im Mund. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lichtleiter flexibel (Schwanenhalslampe). Dies ermöglicht eine individuelle Anpassung an die jeweilige Situation.

Als günstig hat sich eine kleine Austrittsöffnung mit einem Durchmesser im Bereich von 1 bis 10 mm, vorzugsweise von 2 bis 5 mm erwiesen. Dies erlaubt eine punktuelle Ausleuchtung einzelner Zähne sowie von Zahnzwischenräumen.

Zusätzlich kann der Lichtwellenkonverter eine Helligkeitsregelung aufweisen. Die Helligkeitsregelung erfolgt vorzugsweise mechanisch, beispielsweise in Form einer Blende (Iris- oder Schlitzblende). Eine solche Helligkeitsregelung erlaubt eine verbesserte Anpassung der Lichtintensität an das zu beleuchtende oder zu durchleuchtende Objekt, beispielsweise einen Zahn. Zur Durchleuchtung von Frontzähnen ist weitaus weniger Intensität nötig, als für Seitenzähne.



Gegebenenfalls umfasst der Lichtwellenkonverter auch einen Bandpassfilter, vorzugsweise einen schmalbandigen Bandpassfilter mit einer Durchlässigkeit im Bereich von 400 - 500 nm, vorzugsweise im Bereich von 440 - 480 nm.

Dies ermöglicht eine genauere und reproduzierbare Farbabstimmung des vom Lichtwellenkonverter erzeugten Lichts, da erfahrungsgemäß der Spektralbereich der Lichtpolymerisationsgeräte (insbesondere die lang- und kurzwellige Grenzwellenlänge) von Gerät zu Gerät leicht unterschiedlich sein kann. Das so in seiner spektralen Zusammensetzung definierte, dem Wellenlängenkonverter zugeführte Licht wird anschließend ganz oder teilweise konvertiert. Der Bandpassfilter ermöglicht somit auch die Abstimmung des anregenden Lichts auf das Absorptionsspektrum der Konvertersubstanz.

Der Lichtwellenkonverter ist vorzugsweise in einer austauschbaren Gestaltung geformt. Dies kann beispielsweise durch eine am einen Ende des Lichtwellenkonverters vorhandene Kupplung erreicht werden. Denkbar ist aber auch die Gestaltung in Form eines Gewindes. Vorzugsweise wird ein durch die Lichtpolymerisationsgeräte vorgegebene Kupplung verwendet, um einen einfachen Austausch des bei den Geräten üblicherweise aufgesetzten Lichtleiters für Polymerisationsanwendungen mit dem Lichtwellenkonverter für Beleuchtungsanwendungen zu ermöglichen.

Substanzen, die zur Konvertierung von elektromagnetischen Wellen vorzugsweise im sichtbaren Bereich verwendet werden können, sind alle Substanzen, die, wenn optisch angeregt, lumineszieren, insbesondere fluoreszieren können.

Die Konvertersubstanzen umfassen organische und anorganische Farbstoffe oder Pigmente.

Organische Farbstoffe können gewählt sein aus der Klasse der Perylene, Aldazine, Thioxanthene und/oder der Naphtalimide, vorzugsweise in Pigmentform.

Brauchbare anorganische Farbstoffe enthalten vorzugsweise Nebengruppenelemente, insbesondere aus der Gruppe der Lanthaniden. Besonders bevorzugt sind die Elemente Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Yb und Lu.



Die Konvertersubstanz wird üblicherweise in einer Menge von 0.005 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 0,01 bis 1 Gew.-%, bezogen auf Masse an einzufärbender Substanz eingesetzt.

Kommerziell erhältlich und gut geeignet sind z.B. Lumogen® Farbstoffe (BASF AG, Ludwigshafen) oder Lumilux® Pigmente (Riedel-de Haën GmbH, Seelze).

Denkbare Ausführungsformen für den Konverter umfassen mit der Konvertersubstanz eingefärbte Filterfolien oder Plättchen aus Glas oder Kunststoff, wie PMMA, PE, PP, Polystyrol (PS), Polycarbonat (PC), PVC mit Konvertersubstanz beschichtete Substrate, wie Glas, kristalline Filterplättchen aus beispielsweise mit Cer dotiertem YAG, wie  $Y_3Al_5O_{12}:Ce$  oder  $Y_3Al_{2,5}Ga_{2,5}O_{12}:Ce$ , mit der Konvertersubstanz beschichtete Hohlkörper, die Konvertersubstanz umfassende Glasfasern oder Glasstäbe, vorzugsweise in dotierter Form. Der Konverter kann dabei mit dem Lichtleiter fest oder auch reversibel, beispielsweise in Form einer austauschbaren Filterscheibe verbunden sein.

Der Lichtwellenkonverter ist vorzugsweise mit Heißdampf sterilisierbar. Dies kann beispielsweise durch Einbetten des Konverters in ein transparentes und beständiges Epoxydharz oder durch Aufbringen einer äußeren Glasschicht erreicht werden.

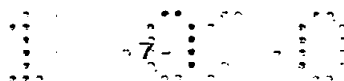
Bevorzugte Ausführungsbeispiele werden nachstehend anhand der Zeichnungen erläutert.

Figur 1 und Figur 2 zeigen beispielhaft mögliche Ausgestaltungsformen des erfindungsgemäßen Lichtwellenkonverters.

Figur 1 zeigt einen Lichtkonverterstab, bestehend aus einem Lichtwellenleiter 1, einem Wellenlängenkonverterplättchen 2 und einem Bandpassfilter 3. Letztere sind mit einem transparenten Gießharz 4 in der Kupplung 5 zusammen mit dem Lichtwellenleiter 1 eingegossen.

Figur 2 zeigt einen Lichtleitstab 1 mit Kupplung 5 wie er üblicherweise mit Lichtpolymerisationsgeräten zum Einsatz kommt. In einer aufsteckbaren Kappe 6 ist das Wellenlängenkonverterplättchen 2 befestigt.



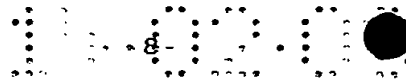


Der erfindungsgemäße Lichtwellenkonverter kann beispielsweise zusammen mit dentalen Lichtpolymerisationsgeräten verwendet werden. Diese mittieren vorzugsweise sichtbares Licht im blauen Spektralbereich. Ein Teil des blauen Lichts wird durch den Lichtwellenkonverter in Licht größerer Wellenlänge umgewandelt. Durch additive Farbmischung kann auf diese Weise beispielsweise weißes Licht erzeugt werden. Denkbar ist aber auch jede andere, durch additive Farbmischung erreichbare Farbe. Dies ermöglicht beispielsweise die Ausweitung des Einsatzes bekannter Lichtpolymerisationsgeräte auf diagnostische Anwendungen.

Diese umfassen die verbesserte Ausleuchtung des untersuchten Bereichs, vorzugsweise im für das menschliche Auge sichtbaren Spektralbereich.

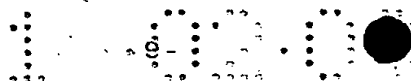
Bei dem bestrahlten Bereich handelt es sich insbesondere um die Mundhöhle, sowie Zahnersatzmaterial, das sich gegebenenfalls auch außerhalb der Mundhöhle befinden kann.

Des weiteren können zur Unterstützung der Diagnose einzelne Zähne beispielsweise eingehender betrachtet werden, indem man sie mit dem erzeugten, vorzugsweise weißen Licht durchleuchtet, wobei Risse oder eine im Zahn verborgene Karies besser erkannt werden kann.



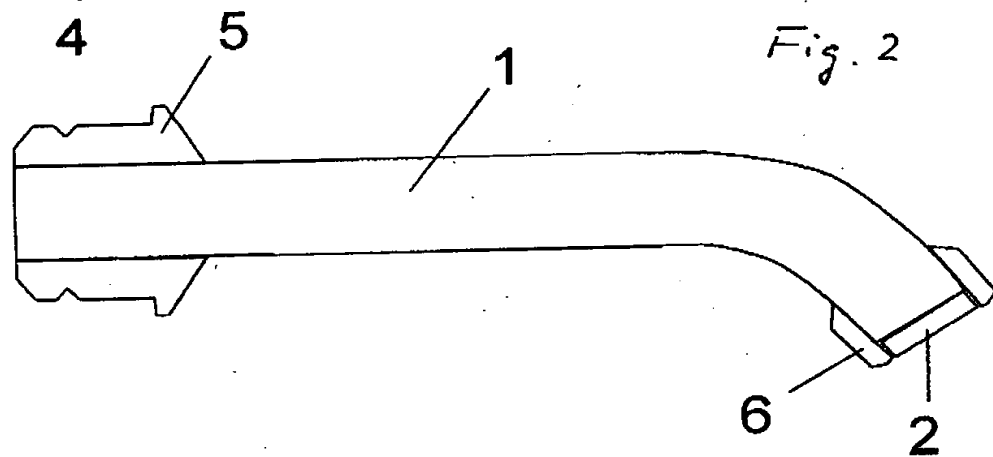
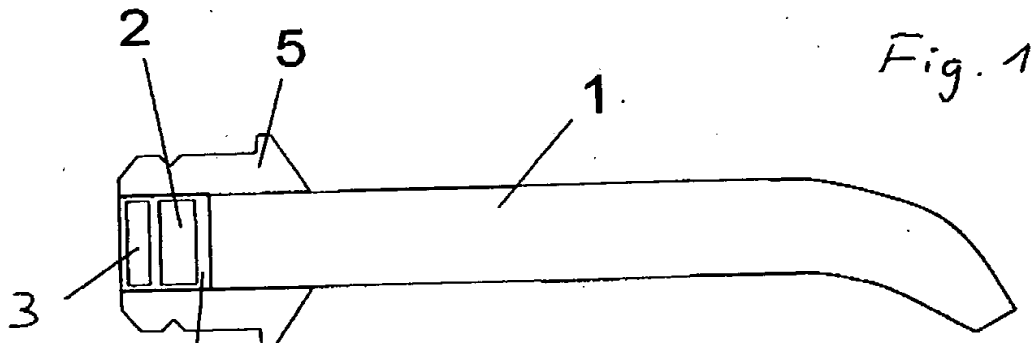
### Patentansprüche

1. Lichtwellenkonverter, umfassend einen Lichtleiter und einen Konverter, umfassend eine Konvertersubstanz, die einfallendes Licht ganz oder teilweise in Licht einer größeren Wellenlänge konvertiert, wobei das konvertierte Licht zusammen mit dem gegebenenfalls nichtkonvertierten Licht zu einer Austrittsöffnung geleitet wird.
2. Lichtwellenkonverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfassend einen Bandpassfilter.
3. Lichtwellenkonverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfassend eine Helligkeitsregelung.
4. Lichtwellenkonverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das einfallende Licht Wellenlängen im blauen Spektralbereich umfasst.
5. Lichtwellenkonverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das durch die Konvertersubstanz konvertierte Licht eine Wellenlänge aufweist, die zusammen mit dem nichtkonvertierten Licht Licht der Farbe weiß ergibt.
6. Lichtwellenkonverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das einfallende Licht von einer Polymerisationslampe erzeugt wird.
7. Lichtwellenkonverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Konvertersubstanz gewählt ist aus Substanzen, die, wenn optisch angeregt, lumineszieren, insbesondere fluoreszieren können.
8. Lichtwellenkonverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Konvertersubstanz gewählt ist aus anorganischen Farbstoffen, umfassend Nebengruppenelemente und Elemente aus der Gruppe der Lanthaniden und/oder organischen Farbstoffen umfassend die Klasse der Perylene, Aldazine, Thioxanthene und/oder der Naphtalimide.
9. Lichtgerät, insbesondere Polymerisationslampe, umfassend einen Lichtwellenkonverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche.



10. Verwendung eines Lichtwellenkonverters nach einem der Ansprüche 1 bis 8  
und/oder eines Lichtgeräts gemäss Anspruch 9 im Dentalbereich.

13





Creation date: 10-21-2003  
Indexing Officer: BALEMU - BETHLEHEM ALEMU  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 09781960

Legal Date: 03-05-2003

No.	Doccode	Number of pages
1	SRNT	1

Total number of pages: 1

Remarks:

Order of re-scan issued on .....